

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-183680

(P2000-183680A)

(43) 公開日 平成12年6月30日 (2000.6.30)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テマコード (参考)
H 0 3 H 9/145		H 0 3 H 9/145	D 5 J 0 9 7
9/25		9/25	C A

審査請求 未請求 請求項の数 5 F D (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願平10-375155

(22) 出願日 平成10年12月11日 (1998.12.11)

(71) 出願人 000003067

ティーディーケー株式会社

東京都中央区日本橋1丁目13番1号

(72) 発明者 勢古口 博

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケー株式会社内

(72) 発明者 小山内 勝則

東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティーディーケー株式会社内

(74) 代理人 100082865

弁理士 石井 陽一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 弾性表面波装置

(57) 【要約】

【課題】 弾性表面波装置、特にフェースダウン接続構造の弾性表面波装置において、交差指型変換器の放電破壊を防ぐに際し、生産性の低下を抑え、また、装置の大型化を防ぐ。

【解決手段】 少なくとも1つの交差指型変換器と、この交差指型変換器に電気的に接続する外部接続パッドとを含む導体パターンを圧電基板上に有し、前記外部接続パッドが少なくとも2層の金属層を積層したものであり、前記導体パターン中において、直流的に接続されていない領域同士を電気的に接続する少なくとも1つの抵抗体が存在し、前記抵抗体が、少なくとも1つの導体と、この導体に接する少なくとも1つの金属酸化物層とを含み、前記導体が、前記外部接続パッドに含まれる金属層の1つと同じ金属から構成されている弾性表面波装置。

【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも1つの交差指型変換器と、この交差指型変換器に電気的に接続する外部接続パッドとを含む導体パターンを圧電基板上に有し、

前記外部接続パッドが少なくとも2層の金属層を積層したものであり、

前記導体パターン中において、直流的に接続されていない領域同士を電気的に接続する少なくとも1つの抵抗体が存在し、

前記抵抗体が、少なくとも1つの導体と、この導体に接する少なくとも1つの金属酸化物質層とを含み、

前記導体が、前記外部接続パッドに含まれる金属層の1つと同じ金属から構成されている弾性表面波装置。

【請求項2】 前記抵抗体中において、前記導体が金属酸化物質層を介して第2の導体と接続されており、前記第2の導体が、前記外部接続パッドに含まれる金属層の1つと同じであって、かつ、前記導体とは異なる金属から構成されている請求項1の弾性表面波装置。

【請求項3】 前記導体パターン中において、直流的に接続されていない領域同士のすべてが、前記抵抗体により電気的に接続されている請求項1または2の弾性表面波装置。

【請求項4】 前記抵抗体の抵抗値が $100\Omega \sim 100M\Omega$ の範囲にある請求項1～3のいずれかの弾性表面波装置。

【請求項5】 前記金属酸化物質層を介して接触する金属同士の接触面の外周形状の少なくとも一部が、櫛の歯形、折れ線および曲線の少なくとも1種を含む請求項1～4のいずれかの弾性表面波装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、弾性表面波装置に関する。

【0002】

【従来の技術】弾性表面波装置は、小型軽量であることをひとつの特徴として携帯電話機等の移動体通信機器に搭載され、機器の軽量化に貢献している。

【0003】弾性表面波装置は、弾性表面波素子をパッケージ内に収容した構造である。弾性表面波素子は、圧電基板上に、それぞれが微細な電極指群とこれらを連結するバスバーとからなる一対の櫛型電極を、互いの電極指が交差するように設けて交差指型変換器を形成し、さらに、交差指型変換器の近傍に反射器電極を形成したものである。一方の櫛型電極に電気信号を印加することにより励振電極として機能させ、また、他方の櫛型電極を受信電極として機能させることにより、フィルタとしての機能が実現する。その場合の通過帯域特性および帯域外抑圧特性は、電極指群の形状や配置によって決定される。

【0004】弾性表面波装置において実用化されている

信号処理周波数は、微細な電極構造の実現により数百メガヘルツから1ギガヘルツを超えるものとなっている。このような高周波領域に適用される弾性表面波装置では、電極指間の距離が数マイクロメートル以下と極端に小さくなるため、電極指間にかかる電圧により電極指が放電破壊を起こす危険性がある。

【0005】この放電破壊の原因としては、例えば、弾性表面波装置作製時に圧電基板のもつ焦電性により生じる電圧、携帯電話機に搭載される際や搭載された後に、その使用状況の急激な変化により生じる電圧、外部からの電磁ノイズにより生じる電圧などが挙げられる。具体例を挙げると、信号処理周波数が2GHzを超える弾性表面波装置であって、圧電基板が通常用いられるタンタル酸リチウムである場合には、電極指の線幅および電極指間隔はそれぞれ約 $0.5\mu m$ になる。この電極指間にわずかに5Vの電位差が発生した場合でも、その電界強度は約 $10kV/mm$ となり、空気中での放電破壊電圧を超える値となる。放電破壊が生じると、電極指が破壊され、弾性表面波装置の特性が著しく劣化してしまう。

【0006】また、弾性表面波装置は小型化が急速に進んでいるが、小型になるほどその熱容量が小さくなるので、装置がその周囲の温度変化の影響を受けやすくなる。このため、圧電基板の焦電性の影響が大きくなり、信頼性確保が難しくなる。特に弾性表面波素子をフェースダウン接続することによって小型化を図っている構造では、素子の温度が上昇しやすいため、他のパッケージング方法に増して放電防止対策が重要である。

【0007】弾性表面波装置における電極の放電破壊を防ぐ試みには、以下に挙げる例が知られている。

【0008】特公平5-59609号公報には、抵抗リンクパターンをあらかじめ圧電基板上に作製しておいたうえで、弾性表面波装置パターンを形成することで、焦電性のある圧電基板上の弾性表面波コンボルバの電極パターンの損傷を防ぐ方法が示されている。同公報における上記抵抗リンクの抵抗値は、下限値を、電気的に特性に影響しない $1k\Omega$ とし、上限値を、焦電による電荷を逃がしうる $10^{12}\Omega$ としている。同公報には、抵抗リンクを、電極パターンと同じ金属で、かつ同じ厚さに形成することが当然である旨の記載がある。しかし、電極パターンと同材質かつ同じ厚さで上記した高抵抗値を得ようとすると、抵抗リンクの全長を長くするか、抵抗リンクの幅を狭くする必要がある。同公報には、高周波向け弾性表面波装置（例えば、弾性表面波フィルタ、弾性表面波レゾネータ）に適用する旨の記載はないが、このような弾性表面波装置に適用した場合、抵抗リンクが装置全体に対し著しく長くなって小型化の妨げとなったり、抵抗リンクが極めて細くなって断線しやすくなったりする。

【0009】また、特開平7-303024号公報には、音響表面波フィルタにおいて、共振器の反射電極指

の抵抗値を利用して、IDTの両端を高抵抗で接続して電荷を緩和する方法が記載されている。しかし、この方法において、高抵抗を電極指と同時にフォトリソグラフィ工程で作製しようとする場合、アルミ電極の抵抗率 $2.75 \times 10^{-8} [\Omega \cdot m]$ 、電極指幅 $1 \mu m$ 、電極膜厚 $200 nm$ とすると、抵抗値 $10 k\Omega$ を得るには全長として $72 mm$ が必要である。この高抵抗を弾性表面波素子内で折り返して形成すると、形成面積として $0.15 mm^2$ が必要となり、小型化の妨げになる。また、このように一本の長い電極指では、作製中の断線も懸念され、歩留まり低下の要因となる。

【0010】このほか、圧電基板に発生する電荷をパッケージ側で吸収しようとする手段が、例えば特許第2673993号公報に記載されている。同公報には、入力パッドおよび／または出力パッドと接地パッドとを高抵抗パターンで接続することにより、電極の放電破壊を防止する構造が記載されている。しかし、同公報に記載された高抵抗パターンは、パッドを構成する金属よりも低い導電率の材料から構成されるものなので、高抵抗パターンを他の導体パターンと独立して形成する必要があり、生産性の低下を招く。また、同公報では、パッケージ側において放電破壊対策を行うので、パッケージング方法が限定されてしまう。また、同公報には、高抵抗パターン構成材料の比抵抗に関する具体的記載はないので、素子の小型化に応じて高抵抗パターンを小型化したときに、必要な抵抗値が得られるかどうか不明である。

【0011】

【発明が解決しようとする課題】本発明の目的は、弾性表面波装置、特にフェースダウン接続構造の弾性表面波装置において、交差指型変換器の放電破壊を防ぐに際し、生産性の低下を抑え、また、装置の大型化を防ぐことである。

【0012】

【課題を解決するための手段】上記目的は、下記(1)～(5)の本発明により達成される。

(1) 少なくとも1つの交差指型変換器と、この交差指型変換器に電気的に接続する外部接続パッドとを含む導体パターンを圧電基板上に有し、前記外部接続パッドが少なくとも2層の金属層を積層したものであり、前記導体パターン中において、直流的に接続されていない領域同士を電気的に接続する少なくとも1つの抵抗体が存在し、前記抵抗体が、少なくとも1つの導体と、この導体に接する少なくとも1つの金属酸化層とを含み、前記導体が、前記外部接続パッドに含まれる金属層の1つと同じ金属から構成されている弾性表面波装置。

(2) 前記抵抗体中において、前記導体が金属酸化層を介して第2の導体と接続されており、前記第2の導体が、前記外部接続パッドに含まれる金属層の1つと同じであって、かつ、前記導体とは異なる金属から構成されている上記(1)の弾性表面波装置。

(3) 前記導体パターン中において、直流的に接続されていない領域同士のすべてが、前記抵抗体により電気的に接続されている上記(1)または(2)の弾性表面波装置。

(4) 前記抵抗体の抵抗値が $100 \Omega \sim 100 M\Omega$ の範囲にある上記(1)～(3)のいずれかの弾性表面波装置。

(5) 前記金属酸化層を介して接触する金属同士の接触面の外周形状の少なくとも一部が、櫛の歯形、折れ線および曲線の少なくとも1種を含む上記(1)～

(4)のいずれかの弾性表面波装置。

【0013】

【発明の実施の形態】本発明は、以下に説明する構成Iから構成IIIまでを含む。

【0014】構成I

図1(a)に、構成Iの弾性表面波装置に用いる弾性表面波素子の構成例の平面図を示し、図1(b)に、図1(a)のB-B断面の一部を示す。

【0015】この弾性表面波素子は、圧電基板1上に、一対の反射器電極で挟まれた交差指型変換器を有する弾性表面波共振器2A、2B、2C、2D、2Eと、外部接続パッド3A、3B、3D、3Eとを含む導体パターンを設けたものである。

【0016】外部接続パッド3A、3Eは、弾性表面波装置の入出力端子に電気的に接続するための入出力パッドであり、外部接続パッド3B、3Dは弾性表面波装置の接地電位に電気的に接続するための接地パッドである。弾性表面波装置とするには、この弾性表面波素子をパッケージ(図示せず)内に収容し、蓋をして気密封止する。この弾性表面波素子はフェースダウン接続構造に対応したものであり、パッケージ内に収容する際には、外部接続パッド形成面をパッケージに対向させ、外部接続パッドとパッケージ側の導体パターンとを導電バンプを介して電気的に接続する。

【0017】弾性表面波共振器2A～2Eは、図6の等価回路に示すようにラダー型に接続されており、弾性表面波フィルタとして機能する。各弾性表面波共振器のそれぞれのインピーダンス特性の概略を図7に示す。

【0018】本発明では、外部接続パッドを、少なくとも2層の金属層が積層された構成とする。例えば図1(b)に示す外部接続パッド3Bは、第1金属層31、第2金属層32および第3金属層33をこの順で積層したものであり、他の外部接続パッドも同様な構成である。外部接続パッドをこのような積層構造とする理由は、パッケージに対して安定した電気的接続を確保するためである。通常フォトリソグラフィ法を用いて交差指型変換器と外部接続パッドとを同時に形成すると、両者が同じ厚さとなる。しかし、高周波領域で使用される弾性表面波共振器では、交差指型変換器の厚さが極めて薄くなるので、Auボール等を接合して導電バンプを

形成する必要のある外部接続パッドとしては十分な厚さが得られない。そのため、交差指型変換器と同時に形成される第1金属層31の上に、高上げのために第2金属層32および第3金属層33を積層する。

【0019】第2金属層32は、導電バンプによるダメージを抑えるためのものであり、機械的強度の高い金属、例えばCr、Ti、SiおよびWの少なくとも1種を含む金属から構成することが好ましく、特にCrまたはこれを含む金属から構成することが好ましい。

【0020】第3金属層33は、導電バンプとの接合性を向上させるために設けるので、このような効果をもつ金属、例えばAl、AuおよびNiの少なくとも1種を含む金属から構成することが好ましく、特にAlまたはこれを含む金属から構成することが好ましい。

【0021】なお、本明細書における金属は、金属単体のほか、合金および金属間化合物を含む概念とする。

【0022】本発明では、このように高上げされた外部接続パッドを有する弾性表面波素子において、導体パターン中の直線的に絶縁されている領域同士を電氣的に接続する抵抗体を少なくとも1つ設ける。この抵抗体は、少なくとも1つの導体と、この導体に接する少なくとも1つの金属酸化物層を含む。そして、前記導体は、前記外部接続パッドに含まれる金属層の1つと同じ金属から構成される。

【0023】例えば図1(a)に示す素子は、2つの抵抗体4を有する。一方の抵抗体4は、弾性表面波共振器2Bに含まれる一対の楕円電極同士を、共振器接続パターン21を介して電氣的に接続しており、他方の抵抗体4は、弾性表面波共振器2Dに含まれる一対の楕円電極同士を、共振器接続パターン22を介して電氣的に接続している。また、両抵抗体を設けることにより、共振器接続パターン21、22が外部接続パッドに電氣的に接続されることになり、導体パターン中において電氣的に浮いた領域がなくなる。

【0024】図1(a)に示す抵抗体4の構成を、図1(b)により説明する。この抵抗体4は、外部接続パッド3Bを形成したときに同時に形成された第2金属層32を前記導体として有し、この導体の両側に隣接して、第1金属層31形成後にその表面酸化により形成した金属酸化物層5を有する。

【0025】図示する素子を製造する際には、まず、第1金属層31を形成した後、フォトリソグラフィプロセスにより弾性表面波共振器、共振器接続パターンおよび外部接続パッド最下層の各パターンを形成する。次いで、第1金属層31表面付近を酸化させ、金属酸化物層5を形成する。次いで、第2金属層32を形成し、フォトリソグラフィプロセスにより外部接続パッド中間層および前記導体の各パターンを形成する。次いで、第3金属層33を形成し、フォトリソグラフィプロセスにより外部接続パッド最上層のパターンを形成する。な

お、図1(b)において、抵抗体4中の前記導体を第3金属層33から構成してもよい。

【0026】このように、外部接続パッドに含まれる金属層の1つと同じ金属から構成される導体を抵抗体4の一部として利用し、かつ、金属酸化物層5を抵抗体4の一部として利用するため、以下の効果が実現する。すなわち、前記導体の形成に際しては、外部接続パッド形成の際のフォトリソグラフィ工程においてマスクパターンを変更するだけで済み、新たな工程を設ける必要がない。したがって、コストアップおよび生産性低下を招くことが実質的にない。一方、抵抗体4に必要な抵抗値は、弾性表面波装置の特性に影響を与えない程度に高く、かつ、想定される使用状況での圧電基板の焦電荷を逃がすことが可能な程度に低くしなければならない。具体的には、抵抗値を100Ω～100MΩの範囲内とすることが好ましい。しかし、抵抗体を金属だけから構成した場合、このような抵抗値を得るためには抵抗体の長大化および／または狭幅化が必要となるので、素子の大型化や抵抗体の断線発生が避けられない。これに対し本発明では、比抵抗の高い金属酸化物層5を抵抗体4中に存在させるので、抵抗体を大型化および狭幅化する必要がなく、小型で信頼性の高い素子が実現する。

【0027】金属酸化物層5は、金属酸化物を気相成長法などによって膜化することにより形成することもできるが、薄くて均質な層が形成できること、生産性が良好となることから、第1金属層31表面付近の酸化により形成することが好ましい。具体的には、第1金属層31を形成した後、常温ないし加熱しながら、空気中等の酸化性雰囲気中に放置すればよい。

【0028】酸化性雰囲気中において表面に薄くて均質な酸化物層を形成できる金属としては、例えばAl、Ti、Cr、Si、Sc、Cu、Mg、Ni、W、Zr、Mn、Mo、Fe、Ta、Co、Zn、VおよびCdから選択される少なくとも1種を含む金属が挙げられ、これらのうちではAl、Ti、Cr、Si、Sc、Cu、Mg、NiおよびWから選択される少なくとも1種を含む金属が好ましい。なお、図示例では、酸化対象である第1金属層31から交差指型変換器を構成するため、第1金属層31は、交差指型変換器に適した金属、具体的には少なくともAlを含む金属から構成することが好ましい。

【0029】抵抗体4の抵抗値は、実質的に金属酸化物層5が支配している。すなわち、金属酸化物層5の比抵抗および厚さと、金属酸化物層5を介して接触する金属同士の接触面の面積が抵抗体4の抵抗値を支配している。したがって、抵抗体の抵抗値を所望の値とできるように、比抵抗に応じて厚さおよび接触面積を適宜決定すればよい。具体的には、金属酸化物層5をAl酸化物から構成する場合、厚さは3～5nm程度とすればよく、接触面積は40～4000μm²程度とすればよい。

【0030】ところで、本発明者らは多くのサンプルを試作する中で、前記金属酸化物層による抵抗値が、作製条件によってはある程度ばらつくことを見いだした。また、前記金属酸化物層は厚さが数ナノメートルの薄膜であるため、数ボルトの直流電圧を印加したときに短絡となるか開放となるかが使用条件によって異なり得ることも見いだした。これらの問題を解消して安定した特性の抵抗体を得るために、本発明では、抵抗体中に金属酸化物層を少なくとも2層介在させることが好ましい。

【0031】例えば、図1(b)において、外部接続パッド3Bの第2金属層32と抵抗体4の第2金属層32との間に空隙を設けないようにパターンニングすれば、抵抗体4中に金属酸化物層5が1つだけ存在する構成となる。この構成とした場合に金属酸化物層5の抵抗値が安定せずばらつきを示すとしても、図1(b)に示すように、金属酸化物層5を2段直列に接続すれば抵抗体4の抵抗値ばらつきが抑制できることを、本発明者らは確認した。また、同時に、抵抗体の耐圧が金属酸化物層の段数にほぼ比例して向上することも、本発明者らは確認した。したがって、抵抗体中において前記金属酸化物層を直列多段に接続することは、抵抗値の精度を向上させ、かつ耐圧を向上させるのに有効である。

【0032】図8に示す平面図は、図1(a)に示す外部接続パッド3Bと抵抗体4との接続部を拡大して示したものである。図8に示す外部接続パッド3Bにおいて、第1金属層の表面には金属酸化物層5が存在し、抵抗体端部の第2金属層32は、この金属酸化物層5と接触している。図8では、金属酸化物層5を介した金属同士の接触面の形状が方形状となっている。抵抗値を制御するために接触面の面積を変更する際には、接触面形状を方形に保ったまま接触面積だけを変更してもよいが、接触面の形状変更により接触面積を変更してもよい。例えば、図9、図10および図11に示す例では、接触面の外周形状の少なくとも一部が、櫛の歯形、折れ線または曲線を含むものとなっており、いずれも図8に比べ接触面積が小さくなっている。

【0033】また、金属酸化物層5を介した金属同士の接触では、接触面内において金属酸化物層5の外縁付近で比抵抗が高くなりやすいので、幅の狭い領域をもつように接触面形状を設定すれば、接触面積を変更せずに、すなわち、接合強度を落とすことなく、高抵抗値を得ることができる。したがって、幅の狭い領域をもつ接触面を有する図9、図10および図11の例は、この点からも好ましい。

【0034】図1(b)では、外部接続パッド3Bにおいて金属酸化物層5を貫いて電流が通る必要があるが、金属酸化物層5は前記したように極めて薄く、また、外部接続パッドが数百マイクロメートル角であって導電路断面面積が大きい場合、弾性表面波装置としての特性に悪影響を与えることはない。また、図示例では、第1金属

層31の全面を酸化するため、弾性表面波共振器の表面にも金属酸化物層が存在することになるが、これも実質的に特性には影響しない。ただし、必要に応じ、第1金属層31の一部をマスクして酸化処理を行い、必要な領域だけに金属酸化物層を形成する構成としてもよい。

【0035】構成II

構成IIの弾性表面波装置は、前記抵抗体中において、前記導体が金属酸化物層を介して第2の導体と接続されており、前記第2の導体が、前記外部接続パッドに含まれる金属層の1つと同じであって、かつ、前記導体とは異なる金属から構成されているものである。

【0036】図2(a)に、構成IIの弾性表面波装置に用いる弾性表面波素子の構成例の平面図を示し、図2(b)に、図2(a)のB-B断面の一部を示す。図2(a)および図2(b)に示す素子は、抵抗体4を除く部分に関してはそれぞれ図1(a)および図1(b)と同様なので、抵抗体4についてだけ説明する。

【0037】図2(b)に断面を示す抵抗体4は、図1(b)の導体(第2金属層32)を2分割パターンとし、その間に、前記第2の導体として第1金属層31を介在させたものである。この第2の導体は、外部接続パッド3B中の第1金属層31および共振器接続パターン21を構成する第1金属層31と同時に形成されたものであり、その表面には他の第1金属層31と同様に金属酸化物層5が形成されている。すなわち、この抵抗体4は、4つの金属酸化物層5を多段直列に接続した構成である。このように図2(a)および図2(b)に示す構成例では、抵抗体4中の金属酸化物層5の数を図1

(a)および図1(b)に示す構成例よりも増やすことができるので、抵抗体4の抵抗値ばらつきおよび耐圧をより改善できる。

【0038】図示する素子を製造する際には、まず、第1金属層31を形成した後、フォトリソグラフィプロセスにより弾性表面波共振器、共振器接続パターン、外部接続パッド最下層および前記第2の導体の各パターンを形成する。次いで、第1金属層31表面付近を酸化させ、金属酸化物層5を形成する。次いで、第2金属層32を形成し、フォトリソグラフィプロセスにより外部接続パッド中間層および前記導体の各パターンを形成する。次いで、第3金属層33を形成し、フォトリソグラフィプロセスにより外部接続パッド最上層のパターンを形成する。

【0039】図3(a)に、構成IIの弾性表面波装置に用いる弾性表面波素子の他の構成例の平面図を示し、図3(b)に、図3(a)のB-B断面の一部を示す。

【0040】この素子は、弾性表面波共振器および共振器接続パターン21の各パターンを第3金属層33から構成したほかは図2(a)および図2(b)に示す素子と同様である。この素子においても、抵抗体4中の金属酸化物層5の数を図1(a)および図1(b)に示す構

成例よりも増やすことができるので、抵抗体4の抵抗値ばらつきおよび耐圧をより改善できる。

【0041】この素子は、以下の手順で作製されたものである。まず、第1金属層31を形成した後、フォトリソグラフィプロセスにより外部接続パッド最下層および前記第2の導体の各パターンを形成する。次いで、第1金属層31表面付近を酸化させ、金属酸化物層5を形成する。次いで、第2金属層32を形成し、フォトリソグラフィプロセスにより外部接続パッド中間層および前記導体の各パターンを形成する。次いで、第3金属層33を形成し、フォトリソグラフィプロセスにより弾性表面波共振器、共振器接続パターンおよび外部接続パッド最上層の各パターンを形成する。

【0042】なお、図2(b)および図3(b)において、導体の少なくとも一方、すなわち抵抗体4中の少なくとも一方の第2金属層32を、第3金属層33から構成してもよい。その場合には、導体を外部接続パッド3B最上層と同時に形成することになる。その場合でも抵抗体4中の金属酸化物層5の数は変わらないので、同様な効果が実現する。

【0043】構成IIの抵抗体4中においても、導体と第2の導体との金属酸化物層5を介した接触面の形状を、例えば図9、図10および図11にそれぞれ示すように制御することができる。

【0044】構成III

構成IIIの弾性表面波装置は、交差指型変換器と外部接続パッドとを含む前記導体パターン中において、直流的に接続されていない領域同士のすべてが電氣的に接続されているものである。

【0045】図4(a)に、構成IIIの弾性表面波装置に用いる弾性表面波素子の構成例の平面図を示し、図4(b)に、図4(a)のB-B断面の一部を示す。図4(a)および図4(b)に示す素子は、抵抗体4を除く部分に関してはそれぞれ図1(a)および図1(b)と同様なので、抵抗体4についてだけ説明する。

【0046】図示する素子において、抵抗体4は、抵抗体バー41と金属棒42とから構成される。金属棒42は、交差指型変換器と外部接続パッドとを含む導体パターンを包囲するように、圧電基板1表面の外縁付近に形成されている。一方、抵抗体バー41は、構成Iおよび構成IIの抵抗体4と同様な構成である。金属棒42は、図4(b)に示すように第1金属層31から構成されるものであり、他の導体パターンと同時に形成され、その表面に金属酸化物層5を有する。なお、金属棒42は、第2金属層32または第3金属層33と同時に形成することもできる。

【0047】この素子では、前記導体パターン中の直流的に接続されていない領域同士のすべてが抵抗体4により連絡されている。この構成とすれば、加熱や冷却により弾性表面波素子表面上に発生する全ての焦電荷が前記

領域間で移動することが可能となり、素子表面全体での電荷の均一化を図ることができるので、特定の領域間で電位差が大きくなることがない。したがって、直流的に接続されていない領域間の放電破壊を防ぐ効果が著しく向上する。また、金属棒42を介して各抵抗体バー41を接続するので、それぞれの抵抗体バー41において金属酸化物層5の数を最適に設定することが容易となり、設計の自由度が高い。

【0048】構成IIIの別の構成例として、多重モード型弾性表面波フィルタにおける弾性表面波素子を図5に示す。この弾性表面波素子は、図4(a)の素子に対し動作原理が異なり、また、図4(a)における金属棒42の替わりに、抵抗体バー41を4本設けて導体パターンを包囲している点が異なるものの、導体パターン中において直流的に接続されていないすべての領域同士を抵抗体により相互に高抵抗で接続していることについては、同一である。このように、本発明を適用するに際し、弾性表面波素子の用途は特に限定されない。

【0049】実験例1

本発明の効果を確認するために、図2(a)および図2(b)に示す構成の素子を有する弾性表面波装置サンプルを実際に作製し、以下の実験を行った。作製したサンプルは、2.5段ラダー型弾性表面波フィルタであり、中心周波数1842.5MHz、通過帯域幅90MHzである。弾性表面波素子は3角のセラミック製ベース板に搭載した。そして、前述したフェースダウン接続により、パッケージと弾性表面波素子との間で電氣的導通をとり、電氣的特性をパッケージから測定できるようにした。

【0050】この素子を作製する際には、まず、36度回転Yカットタンタル酸リチウムからなる圧電基板1上に、第1金属層31として厚さ210nmのA1層を形成した。このA1層をパターンニングして、弾性表面波共振器、共振器接続パターンおよび外部接続パッド最下層の各パターンを形成した。次いで、空气中において150℃で1時間加熱し、金属酸化物層5を形成した。この金属酸化物層の厚さを測定したところ、約5nmであった。次に、第2金属層32として厚さ50nmのCr層を形成してパターンニングし、外部接続パッド中間層および前記導体の各パターンを形成した。次いで、第3金属層33として厚さ1000nmのA1層を形成し、外部接続パッド最上層のパターンを形成した。

【0051】また、抵抗体4を設けなかった場合は図2(a)および図2(b)と同様にして素子を作製し、この素子をパッケージに搭載して比較サンプルとした。

【0052】本発明サンプル25個について抵抗体4の抵抗値を測定したところ、測定値が±50%程度ばらついたが、平均値は約200kΩであった。一方、比較サンプルにおいて共振器接続パターン21、22間の抵抗値を測定したところ、測定限界を超える値(100MΩ

以上)であった。

【0053】次に、これらのサンプルを、50Ω系インピーダンスをもつ測定用プリント板にはんだ付けしたのち、高温環境(260℃)と常温環境(約20℃)との間を遷移時間5秒で移行させてそれぞれ5分間保持する信頼性試験を行い、試験前後において、前記プリント板ごと測定回路に接続し、ネットワークアナライザにて各サンプルの周波数特性を測定した。なお、高温環境への移行回数は5回とした。この試験の条件は、通常使用される環境状況を超えるものであるが、本発明の効果を確

認する目的で実施した。

【0054】試験に供した個数は各サンプルともに25としたが、抵抗体を設けなかった比較サンプルでは、25個全てにおいて特性が大幅に劣化していた。比較サンプルを分解し、内部観察を行った結果、弾性表面波共振器の電極指相互(相互距離約0.5μm)の間で放電破壊が生じていた。これに対し、抵抗体を設けた本発明サンプルでは、フィルタ帯域幅が数メガヘルツ変化したものが5個認められたが、そのほかのものには異常は認められなかった。異常が認められたものでは、比較サ

ンプルと同じ箇所に放電破壊が認められた。

【0055】以上の結果から、本発明サンプルでは、強度の熱衝撃による特性劣化が抑制されたことがわかる。

【0056】実験例2

抵抗体4中の金属酸化物層5の数を25としたほかは実験例1と同様にして、サンプルを作製した。ただし抵抗体4の抵抗値は、金属酸化物層5を介した接触面積を調整することにより、実験例1の抵抗体4と同一となるように設計した。

【0057】このサンプル25個について抵抗体4の抵抗値を測定したところ、抵抗値のばらつきは±20%程度であった。そして、実験例1と同様にして信頼性試験を行った結果、25個中2個だけがわずかに特性劣化を示しただけであった。すなわち、金属酸化物層5の接続段数を増やすことが、抵抗値の安定化による信頼性向上に有効であることが確認された。

【0058】また、抵抗体4の耐圧について実験例1のサンプルとの比較を行ったところ、実験例1のサンプルにおいて抵抗体4の耐圧が平均5Vであったのに対し、実験例2のものでは平均6.8Vであった。すなわち、金属酸化物層5の接続段数を増やすことにより、抵抗値を容易に調整できること、また、耐圧が向上して信頼性が大幅に向上することが確認された。

【0059】実験例3

図4(a)および図4(b)に示す構成のサンプルを、実験例1に準じた方法により作製した。ただし、抵抗体4中の金属酸化物層5の数は25とした。また、図中の10個の抵抗体バー41の抵抗値は、金属酸化物層5を介した接触面積を調整することにより、実験例1の抵抗体4と同一となるように設計した。

【0060】このサンプルについて実験例1と同様にして信頼性試験を行った結果、特性劣化は全く認められなかった。この結果から、構成IIIにより素子の信頼性が大幅に向上することがわかる。

【0061】実験例4

図2(b)の抵抗体4中において金属酸化物層5を介して第1金属層31に接触する第2金属層32の形状を、図9に示すように櫛の歯形としたほかは実験例1と同様にして、サンプルを作製した。この抵抗体4の設計上の抵抗値は、第1金属層31と第2金属層32との金属酸化物層5を介した接触面の面積を調整することにより、実験例1と同じ200kΩとした。しかし、抵抗体4の抵抗値を実測したところ25個の平均で約400kΩとなっていた。この結果から、抵抗体中において金属酸化物層5を介した接触面の形状を制御することにより、抵抗値を微妙に調整できることがわかる。したがって、前記接触面の形状を制御することにより、弾性表面波フィルタの電気特性と抵抗体の抵抗値とを最適化できる。

【0062】

【発明の効果】本発明では、弾性表面波装置、特にフェースダウン接続構造の弾性表面波装置において、生産性の低下や装置の大型化を招くことなく交差指型変換器の放電破壊を防ぐことができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】(a)は、本発明の構成Iに係わる弾性表面波素子の平面図であり、(b)は、(a)のB-B断面図である。

【図2】(a)は、本発明の構成IIに係わる弾性表面波素子の平面図であり、(b)は、(a)のB-B断面図である。

【図3】(a)は、本発明の構成IIに係わる弾性表面波素子の平面図であり、(b)は、(a)のB-B断面図である。

【図4】(a)は、本発明の構成IIIに係わる弾性表面波素子の平面図であり、(b)は、(a)のB-B断面図である。

【図5】本発明の構成IIIに係わる弾性表面波素子の平面図である。

【図6】ラダー型弾性表面波フィルタの等価回路図である。

【図7】ラダー型弾性表面波フィルタを構成する弾性表面波共振器のインピーダンス特性の概略を示すグラフである。

【図8】外部接続パッドと抵抗体との接続部を示す平面図である。

【図9】外部接続パッドと抵抗体との接続部を示す平面図である。

【図10】外部接続パッドと抵抗体との接続部を示す平面図である。

【図11】外部接続パッドと抵抗体との接続部を示す平

13

14

面図である。

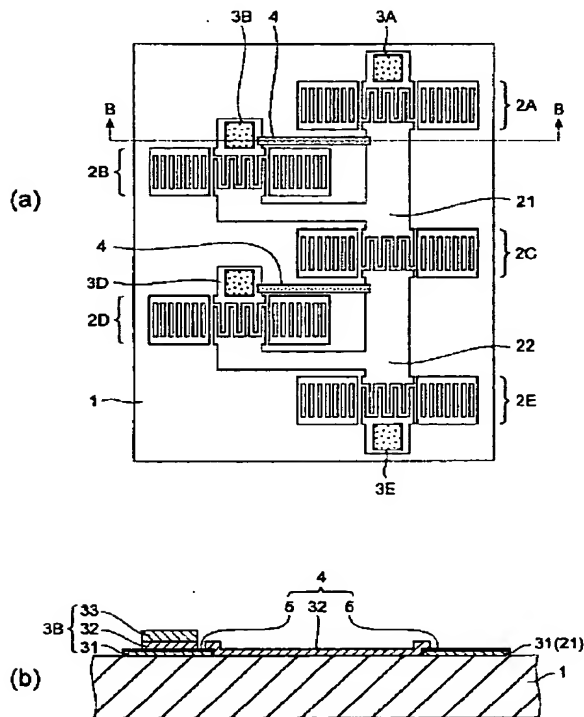
【符号の説明】

- 1 圧電基板
 2A、2B、2C、2D、2E 弾性表面波共振器
 21、22 共振器接続パターン
 3、3A、3B、3D、3E 外部接続パッド
 31 第1金属層

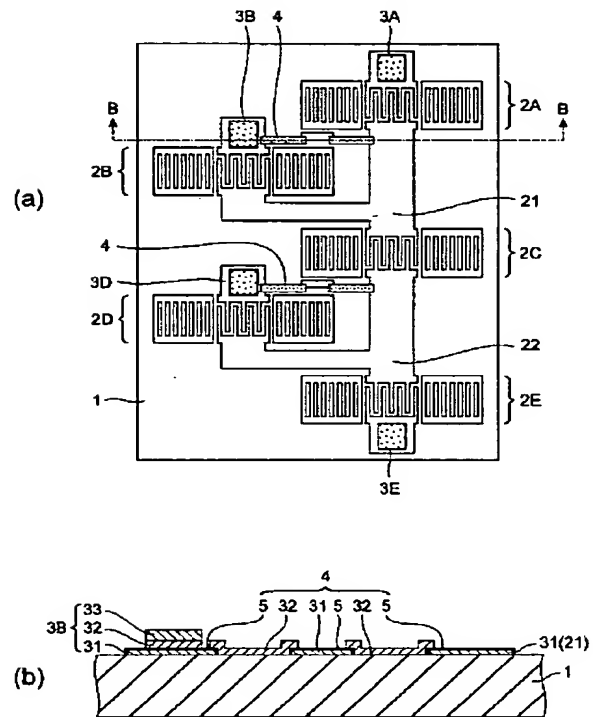
- * 32 第2金属層
 33 第3金属層
 4 抵抗体
 41 抵抗体バー
 42 金属棒
 5 金属酸化層

*

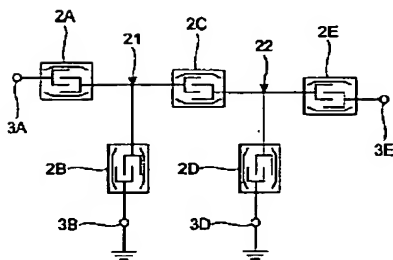
【図1】



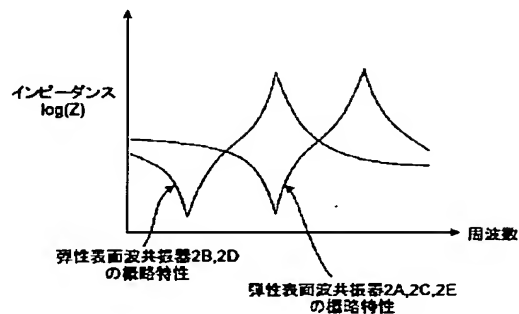
【図2】



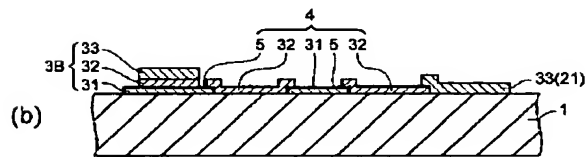
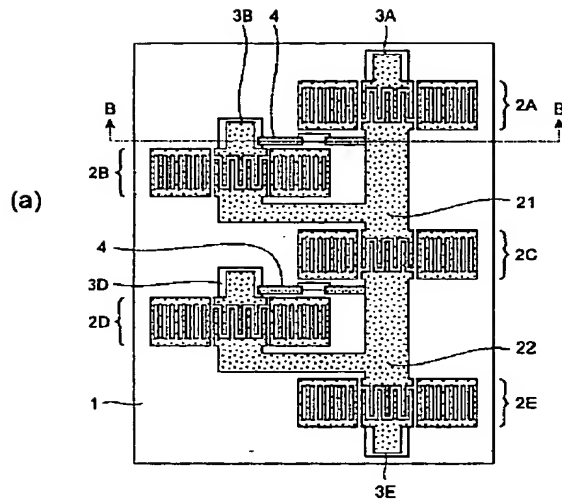
【図6】



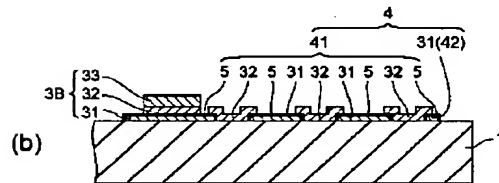
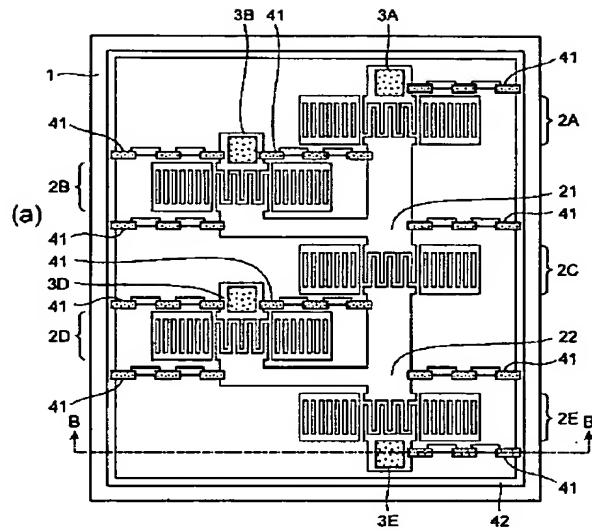
【図7】



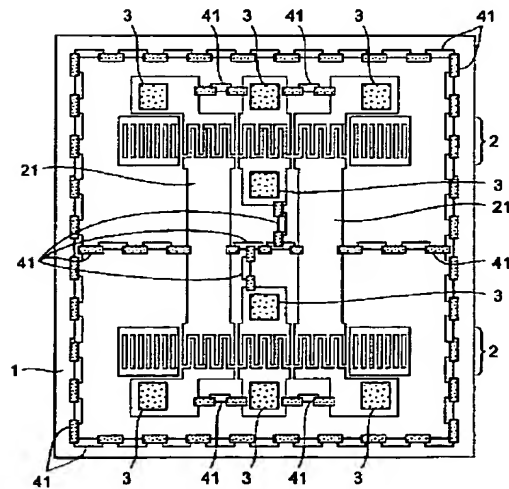
【図3】



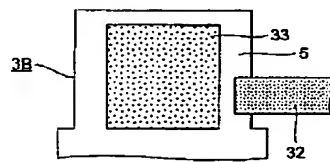
【図4】



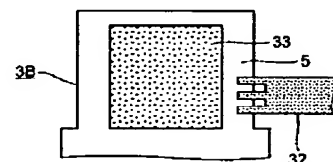
【図5】



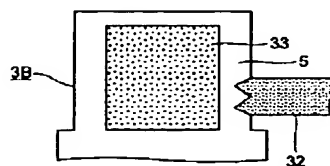
【図8】



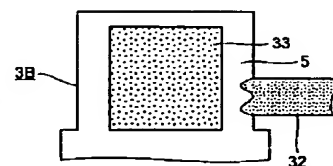
【図9】



【図10】



【図11】



フロントページの続き

(72)発明者 高橋 正樹
東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティ
ーディーケイ株式会社内

(72)発明者 桑島 一
東京都中央区日本橋一丁目13番1号 ティ
ーディーケイ株式会社内
F ターム(参考) 5J097 AA26 BB11 CC02 DD12 DD24
HA02 KK09